

Сосна Л.С.

Костина Е.Я.

Институт физиологии НАН Беларуси

Мельнов С.Б.

Белорусский государственный университет физической культуры

Республика Беларусь, Минск

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Sosna L.

Kostina E.

Institute of physiology NAS Belarus, Minsk

Melnov S.

Belarusian State University of Physical Culture

Republic of Belarus, Minsk

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF ENERGY SYSTEMS OF HIGHLY QUALIFIED COMBAT ATHLETE

ABSTRACT. The specificity of sports requires varying degrees of involvement of anaerobic or aerobic energy systems. Brief high-intensity activity, characteristic of single combats, contributes to the development of mainly anaerobic energy exchange. The purpose of the study is to analyze the physiological parameters of combat athletes in the general preparatory period. The study of physical potential contributes to the formation of model characteristics of a sport, and the assessment of the dynamics of the physiological parameters of a particular athlete allows individualizing the training process, preventing and reducing injuries, maintaining health and increasing professional longevity.

KEYWORDS: combat sports; energy system; anaerobic system; aerobic system; physical performance; output, lactate; cycloergometric test.

АННОТАЦИЯ. Специфика видов спорта требует различной степени вовлеченности анаэробной или аэробной энергетических систем. Краткая высокоинтенсивная активность, характерная для единоборств, способствует развитию преимущественно анаэробного энергообмена. Целью исследования служит анализ физиологических параметров спортсменов-единоборцев в обще-подготовительный период. Изучение физического потенциала способствует формированию модельных характеристик вида спорта, а оценка динамики физиологических параметров конкретного спортсмена позволяет индивидуализировать тренировочных процесс, предупредить и уменьшить травматизм, сохранить здоровье и увеличить профессиональное долголетие.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спортивные единоборства; энергетическая система; анаэробная система; анаэробная система; работоспособность; мощность; лактат; велоэргометрический тест.

Введение. Важным аспектом мышечной деятельности является развитие различных систем энергообеспечения. В процессе мышечной деятельности организма человека используется энергия преобразования химических веществ [1].

Известно, что химические реакции, которые обеспечивают мышцы энергией протекают в трех энергетических системах: 1) анаэробной алактатной, 2) анаэробной лактатной (гликолитической), 3) аэробной. Для образования энергии в первых двух системах наличие кислорода не требуется, в то время как третья система получает энергию в ходе окислительных реакций, протекающих с участием кислорода.

Алактатная система отличается очень высокой скоростью высвобождения энергии, однако ее емкость крайне ограничена, что приводит к исчерпанию ее возможностей уже после 10–15 с от момента начала работы [2]. Мощность лактатного анаэробного процесса позволяет выполнять высокointенсивную работу в течение 1,0–1,5 минут, а у спортсменов высокого класса ее продолжительность может достигать 3–4 минут [2].

В результате анаэробного лактатного процесса, несмотря на действие буферных систем, постепенно изменяется мышечный pH с 7,1 до 6,9–6,7, а в некоторых случаях может достигать 6,5–6,4. При уровне pH, равном 6,5–6,4, расщепление гликогена прекращается, что влечет за собой проявления мышечного утомления [3]. Таким образом, у спортсменов высокой квалификации в ходе выполнения работы с постоянной мощностью до отказа или в условиях соревнований накопление лактата является одним из главных показателей возрастающего утомления и снижения работоспособности.

Предельные величины лактата в артериальной крови зависят не только от специфики тренировки, но и в значительной мере – от количества быстросокращающихся (БС) волокон в мышечной ткани. Среднее количество капилляров, окружающих медленно сокращающихся (МС) волокна, в 1,5–2 раза выше, чем у БС-волокон [1]. Несмотря на то, что капиллярную сеть вокруг мышечного волокна можно увеличить за счет тренировки, известно, что состав этой ткани, а именно соотношение БС- и МС-волокон, генетически детерминирован. МС-волокна очень слабо подвержены скоростной тренировке. Так, спортсмены, в мышцах которых содержится малое количество БС-волокон, слабо приспособливаются к скоростной работе даже после напряженной тренировки скоростного характера. У нетренированных лиц с большим количеством таких волокон при предельных нагрузках уровень лактата в мышцах и артериальной крови может достигать высоких значений, так как концентрация гликогена в БС-волокнах на 15–20 % выше, чем в МС-волокнах [3].

В единоборствах наиболее выраженными физическими показателями, которые влияют на соревновательную результативность, являются силовые и скоростные качества [4]. Для данной группы спортсменов характерна кратковременная активность, которая требует от организма высокой мощности высвобождения энергии. Важно отметить то, что в их энергетические процессы во время выполнения профессиональной работы большой вклад вносят анаэробная алактатная и лактатная системы. Наибольшее внимание в процессе тренировочной деятельности, а также научный интерес представляет оценка анаэробной производительности спортсменов [5; 6] и ее динамика в ответ на различные тренировочные методы [7]. Анаэробная и аэробная производительности единоборцев требуют анализа физиологических показателей с учетом широкого разнообразия технических методов ведения боя [4; 8].

Следует учесть, что анаэробная и аэробная производительности не являются константными значениями и изменяются в процессе тренировочной и соревновательной

деятельности, с учетом их специфики. Таким образом, в спорте высших достижений необходим комплексный подход к оценке физической подготовки спортсменов с учетом изменений анаэробной и аэробной работоспособности. Это поможет определить спектр показателей для коррекции в зависимости от периода спортивной подготовки.

Цель работы – определить активность энергетических систем спортсменов-единоборцев с применением велоэргометрического теста «до отказа» и измерением уровня лактата в крови в периоде общей подготовки.

Методика исследований. В исследовании приняли участие 16 спортсменов мужского пола высокого спортивного мастерства (МС, МСМК), специализирующихся в различных видах единоборств, медиана группы по возрасту 23,5 [19,25:25,75] лет.

Результаты были получены в ходе выполнения велоэргометрического теста со ступенчато возрастающей нагрузкой. Начальная мощность нагрузки составила 125 Вт, длительность каждой ступени – 2 минуты, каждую ступень нагрузка увеличивалась на 25 Вт, время на отдых между ступенями не отводилось. Скорость педалирования находилась в пределах 60–65 оборотов в минуту.

Во время теста на каждой ступени регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), а также определяли концентрацию лактата в капиллярной крови (La, ммоль/л) после каждой ступени и сразу после окончания работы. На 3 и 8 минутах после завершения теста также проводилось измерение концентрации лактата для определения скорости восстановления спортсмена.

Забор крови для определения лактата осуществлялся из пальца с использованием специальных одноразовых капилляров. Содержание лактата в крови определяли энзиматическим амперометрическим методом с помощью анализатора глюкозы и лактата EcoTwenty (Care Diagnostica, Германия).

Для анализа полученных данных строились графики зависимости «мощность нагрузки – лактат» и «мощность нагрузки – ЧСС», кроме того, рассчитывалась мощность выполненной работы и ЧСС в различных зонах энергообеспечения. Мощность порога аэробного обмена соответствовала концентрации лактата на уровне 2 ммоль/л, анаэробного обмена – 4 ммоль/л, смешанной зоны энергообеспечения (аэробно-анаэробный порог) – 6 ммоль/л.

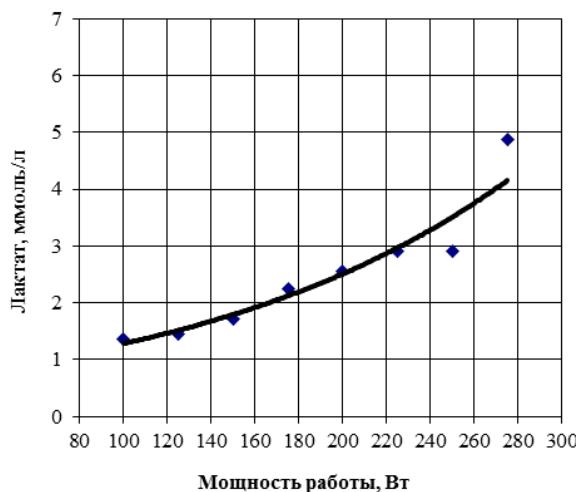
Скорость восстановления рассчитывалась в процентах относительно максимального достигнутого уровня лактата. Восстановление после нагрузки оценивалось по пятиуровневой шкале, где высоким уровнем восстановления считали снижение концентрации лактата от максимально достигнутого во время теста более чем на 40 %, выше среднего – 30–40 %, средний уровень 20–30 %, ниже среднего – 10–20 % и низкий – менее 10 %.

Практическая часть. В результате анализа полученных данных нами были рассчитаны медианные значения различных функциональных показателей, а именно уровень лактата и ЧСС на ступенях нагрузочного теста, значения лактата на 3 и 8 минутах отдыха, а также рассчитанные на их основании значения скорости восстановления, мощности работы и ЧСС на различных уровнях энергетического обмена.

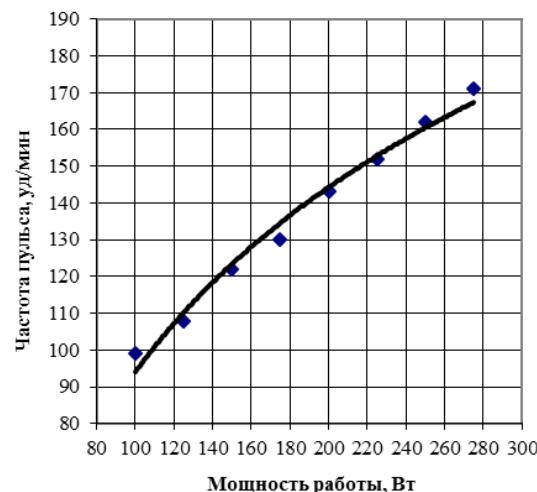
На рисунке (а и б) представлены групповые кривые изменения лактата и ЧСС на ступенях велоэргометрической нагрузки.

Показатель максимальной мощности выполненной работы зависит от вида спорта, спортивной квалификации, периода подготовки и отражает готовность спор-

тсмена к соревновательной деятельности. Для исследуемой группы этот показатель составил 225 [200:250] Вт, что находится в диапазоне среднего значения и соответствует периоду общей подготовки, в которой тестировались спортсмены. Изменения уровня лактата при выполнении теста находятся в пределах от 1,51 до 7,35 ммоль/л, ЧСС – от 113 до 177 уд/мин.



а



б

Рисунок – а – Динамика медианных значений лактата (ммоль/л) на ступенях велоэргометрической нагрузки; б – Динамика медианных значений ЧСС (уд/мин) на ступенях велоэргометрической нагрузки)

Следует отметить, что лица с высоким уровнем алактатной анаэробной производительности, как правило, имеют низкие показатели аэробных возможностей и выносливости к длительной работе. Для данной группы спортсменов порог аэробного обмена наблюдался при мощности работы в 120,0 Вт и ЧСС – 125 уд/мин, порог анаэробного обмена – 178,5 Вт и 159 уд/мин, соответственно, оба показателя отражают средний уровень подготовленности.

Скорость элиминации лактата влияет на эффективность срочного восстановления и отражается в значениях накопления лактата, продолжительности работы гликолитической направленности, характере восстановительных заданий, индивидуальных особенностей организма. Для группы единоборцев скорость восстановления лактата соответствовала медианному значению, равному 18,1 %, что находится в границах значения ниже среднего для данного показателя. Однако, при тестировании мы отмечали как увеличение лактата после нагрузки, равное 14,53 %, так и снижение, равное 55,1 %. Это объясняется тем, что после выполнения упражнений, требующих мобилизации возможностей гликолитической анаэробной системы, максимальные величины лактата в артериальной крови обычно регистрируются через 5–7 мин после окончания работы, однако, у отдельных лиц они могут быть зарегистрированы уже на 2–3 минутах восстановительного периода. Мышечное закисление продуктами анаэробного обмена негативным образом сказывается на показателях физической работоспособности, утомлении основных мышц, которые обеспечивают двигательную функцию, приводит к снижению количества ударов в процессе поединков и при выполнении ударных упражнений с использованием мешков и манекенов.

Заключение. Оценка физической работоспособности формирует представление об уровне тренированности спортсмена на момент исследования, а анализ динамики этих показателей может продемонстрировать индивидуальные изменения физиологических показателей с учетом уровня соревновательной успешности конкретного спортсмена. Таким образом, коррекцию тренировочного процесса, введение различных восстановительных и реабилитационных мероприятий необходимо осуществлять в комплексе с анализом адаптивных перестроек при нагрузках.

1. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. – К.: Олимп. лит-ра, 2004. – 808 с.
2. Усков, С. В. Проблематика формирования специальных физических качеств на занятиях спортивными единоборствами / С. В Усков, В. В. Гринев // Междунар. науч. журнал «Инновационная наука». – № 1–2. – 2015. – С. 226–233.
3. Михайлов, С. С. Спортивная биохимия: учебник для вузов и колледжей физической культуры / С. С. Михайлов. – 2-е изд., доп. – М.: Советский спорт, 2004. – 220 с.
4. Корженевский, А. Н. Адаптация единоборцев к соревновательным нагрузкам / А. Н. Корженевский, Г. В. Кургузов, Ю. В. Филиппова // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 44–48.
5. Анализ срочной реакции систем организма на выполнение интервальной тренировки у курсантов, занимающихся ударными видами единоборств / А. В. Мещеряков [и др.] // Физическая культура и спорт в современном обществе: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 22 марта 2019 г. / под ред. С. С. Добровольского. – Хабаровск: ДВГАФК, 2019. – С. 228–234.
6. Волков, Н. И. Проблемы и перспективы биоэнергетики спорта / Н. И. Волков // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 77–79.
7. Мигалкин, А. Г. Влияния различных методов тренировки прямого удара рукой на динамику его скоростно-силовых показателей / А. Г. Мигалкин // Материалы конференции «Актуальные вопросы развития физической культуры и массового спорта на современном этапе». – Намцы, 2014. – С. 319–322.
8. Лаптев, А. И. Влияние методики комплексной оценки и коррекции физического состояния на аэробную работоспособность борцов греко-римского стиля / А. И. Лаптев // Ученые записки ун-та им. П. Ф Лесгавта. – 2012. – № 10 (92). – С. 88–93.